



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

| | | |
|---|--|---|
| (51) Classification internationale des brevets ⁶ : B60C 11/04, 11/00, 11/13, 11/12, B29D 30/06 | A1 | (11) Numéro de publication internationale: WO 98/35842 (43) Date de publication internationale: 20 août 1998 (20.08.98) |
| <p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/EP98/00625</p> <p>(22) Date de dépôt international: 5 février 1998 (05.02.98)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 97/01846 12 février 1997 (12.02.97) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): COM- PANIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHE- LIN - MICHELIN & CIE [FR/FR]; 12, cours Sablon, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 09 (FR).</p> <p>(72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): GARNIER DE LABAREYRE, Bertrand [FR/FR]; 16, rue Dolly, F-63040 Chamalières (FR). MERINO LOPEZ, Jose [ES/FR]; 119, rue St-Don, F-63200 Riom (FR).</p> <p>(74) Mandataire: DEVAUX, Edmond-Yves; Michelin & Cie, Ser- vice SGD/LG/PI-LAD, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 09 (FR).</p> | <p>(81) Etats désignés: AU, BR, CA, CN, JP, KR, NO, PL, RU, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale. Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si de telles modifications sont reçues.</i></p> | |

(54) Title: TREAD PATTERN AND METHOD FOR MAKING SAME

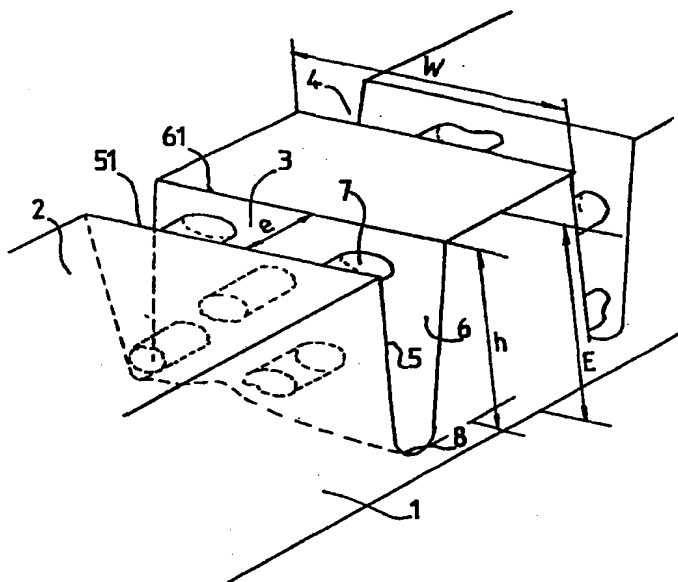
(54) Titre: SCULPTURE DE BANDE DE ROULEMENT ET PROCEDE DE FABRICATION

(57) Abstract

The invention concerns a tyre running tread (1) with thickness E, said tread being provided with a plurality of cuts (3, 4, 27) delimited by gum walls (5, 6), said walls being perpendicular or oblique relative to the tread running surface (2). The invention is characterised in that the two main walls (5, 6) of at least one cut (3) located in the portion of the running tread affected by the crush of the tyre while running are linked by at least a linking gum element (7) and the total linking surface S_E of the linking element(s) is not more than 80 % of the surface delimited by the geometrical contour L of minimum length and enclosing said total linking surface S_E . The invention also concerns the method for producing a cut with at least one linking element.

(57) Abrégé

Bande de roulement (1) d'épaisseur E pour pneu-
matique, ladite bande étant pourvue d'une pluralité de
découpures (3, 4, 27) délimitées par de parois de gomme
(5, 6), lesdites parois étant perpendiculaires à ou obliques
par rapport à la surface de roulement (2) de la bande de
roulement, caractérisée en ce que les deux parois princi-
pales (5, 6) d'au moins une découpe (3) située dans la
partie de la bande de roulement affectée par l'écrasement
au sol du pneumatique en roulage sont reliées par au moins un élément de liaison en gomme (7) et en ce que la surface de liaison totale
 S_E du ou des éléments de liaison (7) est au plus égale à 80 % de la surface délimitée par le contour géométrique L de longueur minimum
et enveloppant ladite surface de liaison totale S_E . Procédé pour réaliser une découpe pourvue d'au moins un élément de liaison.



UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

| | | | | | | | |
|----|---------------------------|----|--|----|---------------------------------------|----|-----------------------|
| AL | Albanie | ES | Espagne | LS | Lesotho | SI | Slovénie |
| AM | Arménie | FI | Finlande | LT | Lituanie | SK | Slovaquie |
| AT | Autriche | FR | France | LU | Luxembourg | SN | Sénégal |
| AU | Australie | GA | Gabon | LV | Lettonie | SZ | Swaziland |
| AZ | Azerbaïdjan | GB | Royaume-Uni | MC | Monaco | TD | Tchad |
| BA | Bosnie-Herzégovine | GE | Géorgie | MD | République de Moldova | TG | Togo |
| BB | Barbade | GH | Ghana | MG | Madagascar | TJ | Tadjikistan |
| BE | Belgique | GN | Guinée | MK | Ex-République yougoslave de Macédoine | TM | Turkménistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Grèce | ML | Mali | TR | Turquie |
| BG | Bulgarie | HU | Hongrie | MN | Mongolie | TT | Trinité-et-Tobago |
| BJ | Bénin | IE | Irlande | MR | Mauritanie | UA | Ukraine |
| BR | Brésil | IL | Israël | MW | Malawi | UG | Ouganda |
| BY | Bélarus | IS | Islande | MX | Mexique | US | Etats-Unis d'Amérique |
| CA | Canada | IT | Italie | NE | Niger | UZ | Ouzbékistan |
| CF | République centrafricaine | JP | Japon | NL | Pays-Bas | VN | Viet Nam |
| CG | Congo | KE | Kenya | NO | Norvège | YU | Yougoslavie |
| CH | Suisse | KG | Kirghizistan | NZ | Nouvelle-Zélande | ZW | Zimbabwe |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | République populaire démocratique de Corée | PL | Pologne | | |
| CM | Cameroun | KR | République de Corée | PT | Portugal | | |
| CN | Chine | KZ | Kazakhstan | RO | Roumanie | | |
| CU | Cuba | LC | Sainte-Lucie | RU | Fédération de Russie | | |
| CZ | République tchèque | LI | Liechtenstein | SD | Soudan | | |
| DE | Allemagne | LK | Sri Lanka | SE | Suède | | |
| DK | Danemark | LR | Libéria | SG | Singapour | | |
| EE | Estonie | | | | | | |

SCULPTURE DE BANDE DE ROULEMENT ET PROCÉDÉ DE FABRICATION.

L'invention concerne les bandes de roulement destinées à la fabrication de pneumatiques neufs ou au rechapage de pneumatiques, et en particulier les sculptures pour lesdites bandes comportant un grand nombre de découpures se présentant sous la forme de rainures et/ou d'incisions. Elle concerne aussi un procédé de fabrication permettant de réaliser de telles bandes.

Pour adapter la performance des pneumatiques aux performances sans cesse améliorées des nouveaux véhicules, il devient, entre autre, nécessaire d'augmenter le niveau de la performance d'adhérence des pneumatiques sur route mouillée sans pour autant dégrader leurs autres performances. Par adhérence, on entend aussi bien les caractéristiques d'adhérence du pneumatique dans la direction transversale au déplacement du véhicule (tenue en virage) que celles du pneumatique dans la direction longitudinale au déplacement du véhicule (possibilité de transmettre au sol un effort freineur ou moteur).

Afin d'augmenter le potentiel d'adhérence d'une bande de roulement d'un pneumatique roulant sur une route revêtue d'eau, il est connu de pourvoir cette bande d'une sculpture formée d'une pluralité de découpures réalisées plus ou moins profondément dans ladite bande, lesdites découpures débouchant sur la surface de ladite bande en contact avec la route (cette surface est dite surface de roulement).

Par découpeure, on entend tout évidemment réalisé dans la bande de roulement que ce soit par enlèvement de matière une fois la bande vulcanisée ou que ce soit par moulage dans un moule pour mouler ladite bande et comportant des éléments de moulage faisant saillie sur la surface de moulage dudit moule, chaque élément de moulage ayant une géométrie identique à la géométrie de la découpeure souhaitée. En règle générale, une découpeure réalisée dans une bande de roulement est délimitée par au moins deux parois de gomme se faisant face, lesdites parois étant séparées d'une distance moyenne représentant la largeur de la découpeure, l'intersection desdites parois avec la surface de roulement formant des arêtes de gomme. On distingue plusieurs types de découpures, par exemple :

- des rainures ou sillons caractérisés par une largeur supérieure à environ 10% de l'épaisseur de la bande de roulement;

- des incisions de largeur relativement faible comparée à l'épaisseur de la bande de roulement; sous certaines conditions de sollicitation, ces incisions peuvent se fermer, au moins partiellement, dans le contact avec la route; les parois en vis-à-vis viennent en contact l'une contre l'autre au moins sur une partie plus ou moins grande des surfaces desdites parois (les arêtes formées par une incision sur la surface de roulement sont en contact ce qui entraîne la fermeture de l'incision).

Certaines découpures peuvent déboucher dans au moins une autre découpe. La trace d'une découpe sur la surface de roulement d'une bande de roulement suit un profil géométrique moyen déterminé comme le profil géométrique situé à une distance moyenne des arêtes formées par les parois de ladite découpe sur la surface de roulement. L'axe moyen de la trace d'une découpe sur la surface de roulement correspond à la droite des moindres carrés des distances des points du profil moyen de la trace de ladite découpe. En outre, il est usuel de définir le taux d'entaillement d'une sculpture comme le rapport suivant : aire des découpures sur la surface de roulement divisée par l'aire totale de contact entre le pneumatique et la route.

En réalisant une pluralité de découpures débouchant sur la surface de roulement, on crée une pluralité d'arêtes de gomme pour couper la couche d'eau éventuellement présente sur la route, de manière à maintenir le pneumatique en contact avec le sol et à créer des cavités formant des canaux destinées à recueillir et à évacuer l'eau présente dans la zone de contact du pneumatique avec la route dès lors qu'elles sont disposées de façon à déboucher en dehors de la zone de contact.

On trouve un exemple d'une telle sculpture dans le brevet US 1,452,099 qui décrit une bande de roulement pourvue d'une pluralité d'incisions d'orientation transversale régulièrement espacées.

Toutefois, l'augmentation du nombre de découpures conduit rapidement à une diminution sensible de la rigidité de la bande de roulement, ce qui a une incidence défavorable sur les performances du pneumatique voire même sur l'adhérence. Par

rigidité de la bande de roulement, on entend la rigidité de la bande sous les actions combinées d'efforts de compression et d'efforts de cisaillement dans la région affectée par le contact avec la route. Conjointement, la présence de nombreuses découpures formant des canaux d'évacuation de l'eau induit un niveau de bruit en roulage sur route sèche qui est aujourd'hui considéré comme une nuisance que l'on désire réduire le plus possible tout particulièrement sur les véhicules de conception récente. Ce bruit en roulage est amplifié par les mouvements cycliques de fermeture et d'ouverture des découpures associés au frottement des parois desdites découpures lorsqu'elles sont fermées.

Dans le brevet **FR 1 028 978**, il est proposé une solution à ce problème consistant à pourvoir la bande de roulement d'une pluralité d'incisions circonférentielles de faible profondeur sur la surface de roulement de la bande neuve de façon à augmenter la souplesse de ladite bande uniquement au voisinage de la surface de roulement.

Cependant, le pneumatique étant destiné, une fois monté sur un véhicule, à assurer une bonne performance pendant toute la durée de vie dudit pneumatique (c'est à dire jusqu'à usure de sa bande de roulement correspondant au moins au niveau légal admis) il est nécessaire de prévoir une bande de roulement dont la sculpture assure la pérennité de la performance d'adhérence sur sol mouillé.

L'objet de la présente invention est d'élaborer une bande de roulement pour pneumatique qui concilie à la fois un très bon niveau d'adhérence sur route mouillée et sur route sèche avec une faible émission de bruit en roulage à l'état neuf et pendant au moins une grande partie de la durée de vie de ladite bande. De façon complémentaire, l'un des objectifs de l'invention est de maîtriser l'évolution des performances avec l'usure de la bande de roulement.

Selon l'invention, il est proposé une bande de roulement d'épaisseur **E** en mélange de caoutchouc, destinée à être placée radialement à l'extérieur d'un pneumatique, ladite bande étant pourvue d'une surface de roulement destinée à venir en contact avec la route pendant le roulage du pneumatique. La bande de roulement est pourvue d'un grand nombre de découpures de façon qu'une pluralité de découpures soient affectées par la zone de contact du pneumatique avec la route. Chaque découpure est définie par l'espace délimité principalement entre deux parois en regard l'une de l'autre, lesdites parois étant

perpendiculaires à ou obliques par rapport à la surface de roulement, et chaque découpure a une profondeur au plus égale à l'épaisseur E de la bande de roulement, la profondeur de ladite découpure étant mesurée comme la distance, suivant une direction radiale, des points du contour de ladite découpure les plus éloignés de la surface de roulement du pneumatique neuf par rapport à ladite surface. En outre, deux parois principales d'au moins une découpure située dans la partie de la bande de roulement affectée par l'écrasement au sol du pneumatique en roulage sont reliées par au moins un élément de liaison en gomme.

On note S_E la surface totale de liaison sur chacune des parois de ladite découpure égale soit à la surface totale d'intersection de l'élément de liaison dans le cas d'un élément unique soit à la somme des surfaces d'intersection de tous les éléments de liaison dans le cas de plusieurs éléments et S_T la surface totale de chacune des parois principales de ladite découpure.

La bande de roulement selon l'invention est caractérisée en ce que :

- les deux parois principales d'au moins une découpure située dans la partie de la bande de roulement affectée par l'écrasement au sol du pneumatique en roulage sont reliées par au moins un élément de liaison en gomme, le (les) élément(s) de liaison présentant avec chacune des parois une surface de liaison S_E correspondant à la somme des surfaces d'intersection de chaque élément de liaison, ladite surface S_E sur chacune des parois étant au moins égale à 100% de la surface S_T de ladite paroi,
- tous les points du contour extérieur de la surface d'intersection d'au moins un élément de liaison avec l'une des parois sont situés à une distance de la surface de roulement strictement inférieure à la profondeur de la découpure,
- et en ce que, sur chacune des parois principales, la surface de liaison S_E est au plus égale à 80% de la surface S_G , la surface S_G étant égale à la surface, mesurée sur ladite paroi de la découpure, délimitée par le contour géométrique L de longueur minimum tracé sur ladite paroi et enveloppant la surface de liaison S_E .

Pour une paroi, le contour géométrique L de longueur minimum et enveloppant la surface totale de liaison S_E sur cette paroi, correspond au contour qui peut être tracé sur ladite paroi de façon à envelopper l'ensemble de la surface totale de liaison formée par les surfaces d'intersection de tous les éléments de liaison avec ladite paroi. Une découpeure étant définie comme l'espace continu délimité par au moins deux parois principales en regard l'une de l'autre, la présence d'au moins un élément de liaison entre lesdites parois, selon l'invention, ne rompt pas la continuité de cet espace et ceci quel que soit le niveau d'usure de la bande de roulement comportant une telle découpeure.

Avantageusement, l'effet sur la performance en adhérence et en bruit est d'autant plus significatif qu'un plus grand nombre de découpeures formant la sculpture d'une bande de roulement pour pneumatique sont pourvues d'au moins un élément de liaison de gomme de manière à obtenir à la fois une performance remarquable en adhérence sans pour autant dégrader le niveau de performance en bruit de roulage.

De manière avantageuse, et pour obtenir un effet de liaison optimum entre les parois des découpeures et une longueur d'arêtes de gomme suffisante, chaque surface S_G délimitée par le contour géométrique L de longueur minimum et enveloppant la surface totale de liaison S_E sur une paroi principale d'une découpeure est au moins égale à 15% de la surface de la paroi S_T correspondante. Préférentiellement, la surface totale de liaison S_E sur au moins une paroi principale d'au moins une découpeure est au plus égale à 80% de la surface de la paroi S_T correspondante, de manière à conserver un volume de découpeure conférant à la bande de roulement des caractéristiques d'adhérence suffisantes.

La bande de roulement conforme à l'invention présente plusieurs avantages :

- pour les découpeures orientées essentiellement transversalement par rapport à la direction longitudinale de la bande, les impacts des arêtes de gomme sur la route sont réduits ce qui se traduit par une atténuation sensible du bruit émis en roulage et cela malgré une quantité d'arêtes relativement importante;

- en sortie d'aire de contact, la présence de éléments de liaison entre les parois des incisions orientées transversalement et éventuellement entre les faces opposées des éléments de relief limite les mouvements d'oscillation des éléments de gomme de la

sculpture sortant de ladite aire qui provoquent des vibrations génératrices de bruit, réduisant ainsi le bruit résultant de ces vibrations;

- la réduction de la composante bruit résulte aussi de la diminution du frottement des parois des incisions l'une sur l'autre au passage dans le contact; les éléments de liaison empêchant à la fois le rapprochement des parois et le mouvement relatif de l'une par rapport à l'autre;

- un gain très marqué en adhérence tout en conservant une grande surface de gomme à user dans le cas d'une pluralité d'incisions de largeur faible, lesdites incisions étant pourvues d'au moins un élément de liaison.

Globalement, les sources de bruit associées à une telle sculpture sont beaucoup moins énergétiques du fait de la réduction de mouvement des parois des découpures résultant de la présence des éléments de liaison entre lesdites parois comparativement à une sculpture qui comporterait les mêmes découpures sans aucun élément de liaison.

Il va de soi qu'une sculpture selon l'invention peut combiner à la fois une pluralité de découpures pourvues d'au moins un élément de liaison avec une pluralité de découpures dépourvues d'élément de liaison, la proportion entre lesdites découpures pouvant être par exemple fonction du type de pneumatique comportant ladite sculpture.

La demanderesse a obtenu de manière surprenante de très bons résultats en roulage avec des pneumatiques pourvus d'une bande de roulement d'épaisseur E , pourvue d'une pluralité de découpures orientées quasiment dans la même direction, chacune desdites découpures étant définie par l'espace délimité principalement entre deux parois en regard l'une de l'autre, lesdites parois étant perpendiculaires à ou obliques par rapport à la surface de roulement, et lesdites découpures ayant une profondeur h .

Par profondeur h d'une découpe, on entend la distance radiale maximale mesurée entre l'arête de la découpe la plus proche de la surface de roulement de la bande de roulement à l'état neuf et le/les point(s) des parois de la découpe le/les plus éloigné(s) radialement de ladite surface de roulement. Cette profondeur h représente la distance

radiale maximale existant entre les points les plus éloignés radialement des parois d'une découpeure et est au plus égale à l'épaisseur E de la bande de roulement.

En outre, la bande de roulement selon une variante de l'invention est telle que :

- les deux parois principales desdites découpeures sont reliées par au moins un élément de liaison en gomme;
- le taux de liaison $T_p = S_E / S_T$, S_E pour chaque découpeure est au moins égal à 0,10 et au plus égal à 0,80, S_E étant égale à la surface totale d'intersection du/des élément(s) de liaison sur chacune des parois, S_T représentant la surface totale de chaque paroi principale de ladite découpeure;
- le rapport p/h , entre le pas moyen p séparant chacune desdites découpeures et leur profondeur h , est au moins égal à 0,2 et au plus égal à 1,9.

Pour éviter l'apparition d'usure irrégulière de la bande de roulement et si on se fixe une valeur du taux de liaison T_p des découpeures, alors il est préférable de choisir le pas p de manière à ce que le rapport p/h vérifie, à l'état neuf, l'inégalité suivante :

$$\frac{p}{h} \leq \frac{1}{5} \left(\frac{1}{T_p} \right)^{0.75}$$

De façon complémentaire, et pour atteindre une bonne performance en adhérence, il est judicieux de choisir le pas p de manière à que le rapport p/h vérifie l'inégalité suivante :

$$\frac{p}{h} \leq 2(1 - T_p)^{0.5}$$

Il est également possible de tenir compte la largeur moyenne e des découpeures (c'est-à-dire la distance moyenne séparant les parois principales desdites découpeures) disposées régulièrement suivant un pas p sur une bande de roulement de manière à obtenir le taux de liaison T_p permettant d'atteindre de bons résultats en roulage. La demanderesse a trouvé que des bons résultats en adhérence et en usure sont obtenus lorsque le taux de liaison T_p est au moins égal à 0,10 et est au plus égal à la valeur suivante :

$$\frac{1}{\left(1 + \frac{1}{3}\varepsilon\right)^{0,75}} \quad \text{avec } \varepsilon = (p-e)/h$$

Dès que le taux de liaison T_p est inférieur à environ 0,10, l'objectif ne peut être atteint car les éléments de liaison n'apportent pas suffisamment de rigidité et ne peuvent pas bloquer suffisamment les mouvements des parois de la découpe auxquelles ils sont liés; préférentiellement, le taux de liaison T_p est supérieur à 0,25.

À l'opposé, quand ce taux dépasse la valeur limite proposée, la rigidité devient trop importante et la longueur d'arête active est trop réduite pour maintenir une performance satisfaisante en adhérence. Par longueur d'arête active d'une bande de roulement d'un pneumatique, on entend la somme des longueurs de toutes les arêtes de gomme en contact avec la route dans l'empreinte et pour un niveau d'usure de la bande de roulement donné.

En outre, et afin de conserver une performance suffisamment constante avec l'usure de la bande de roulement, il est judicieux de prévoir que la valeur du taux de liaison $T_p = S_p/S_T$, évalué pour différents niveaux d'usure de la bande de roulement diminue de façon sensiblement régulière avec l'usure du pneumatique, au moins à partir d'un niveau d'usure partiel prédéterminé, S_p représentant, sur une des parois de ladite découpe, la surface de liaison restante après usure partielle de la bande de roulement et S_T représentant la surface totale restante de ladite paroi correspondant au même niveau d'usure partielle de la bande de roulement. De cette façon, l'effet des éléments de liaison sur la rigidité est maximum quand la bande de roulement est neuve mais décroît progressivement avec l'augmentation de la rigidité de ladite bande résultant de l'usure.

D'autre part, des essais de roulage de pneumatiques ont permis de constater que la sculpture selon l'invention conduit à :

- une amélioration de l'usure par la réduction des glissements de la gomme contre la route que ce soit au moment de la sortie de la zone de contact pour les découpes transversales ou que ce soit en régime de virage pour les découpes orientées circonférentiellement;

- une amélioration de la résistance à la fatigue du fond des découpures (c'est à dire de la partie des découpures qui se trouve radialement le plus à l'intérieur de la bande de roulement);
- une moindre rétention de cailloux dans les découpures pourvues d'éléments de liaison.

On observe, en outre, que le pouvoir drainant de la sculpture selon l'invention, c'est à dire sa capacité à évacuer l'eau présente sur la route, est suffisant et cela quel que soit le niveau d'usure de la bande de roulement, ce qui représente un avantage particulièrement intéressant pour l'utilisateur.

Afin d'obtenir une efficacité durable avec le temps en roulage sur une route mouillée d'une sculpture selon l'invention, la longueur d'arête active de la sculpture dans l'empreinte correspondant à chaque niveau d'usure, est définie préférentiellement comme étant au moins égale à 50% de la longueur d'arête active sur la surface de roulement de la bande de roulement à l'état neuf.

De façon à ce que la bande de roulement conserve une rigidité de cisaillement et de flexion suffisante lorsqu'elle est soumise aux efforts de contact et cela malgré la présence d'un très grand nombre de découpures, il est judicieux de disposer le/les élément(s) de liaison de chacune desdites découpures de manière à ce que la distance séparant l'arête la plus proche de la surface de roulement à l'état neuf et les points du contour de la surface d'intersection dudit élément sur ladite paroi soit au plus égale à 60% de la hauteur h de la découpe et préférentiellement entre 40% et 60%.

Une autre amélioration sensible de la sculpture d'une bande de roulement selon l'invention consiste à réaliser une pluralité de découpures pourvues d'un nombre important d'éléments de liaison répartis de façon assez régulière dans chacune des découpures de façon à assurer une bonne régularité de l'effet induit sur la rigidité des éléments de gomme délimités par les parois de la découpe.

Une bande de roulement selon cette dernière amélioration comporte une pluralité de découpures, chaque découpe étant définie par l'espace délimité principalement entre deux parois en regard l'une de l'autre, lesdites parois étant perpendiculaires à ou obliques

par rapport à la surface de roulement, et ayant une profondeur, mesurée comme la distance, suivant une direction radiale, des points du contour de ladite découpure les plus éloignés de la surface de roulement du pneumatique neuf, au plus égale à l'épaisseur E de la bande de roulement. La bande est caractérisée en ce que :

- les deux parois principales d'au moins une découpure située dans la partie de la bande de roulement affectée par l'écrasement au sol du pneumatique en roulage sont reliées par une pluralité d'éléments de liaison en gomme, lesdits éléments de liaison présentant avec chacune des parois une surface de liaison S_E , ladite surface de liaison S_E sur chacune des parois étant au moins égale à 10% de la surface S_T de ladite paroi,
- chaque élément de liaison présentant avec chacune des parois une surface d'intersection S_E au plus égale à $(E \cdot E/20)$,
- et en ce que la surface S_G délimitée par le contour géométrique L de longueur minimum et enveloppant toute la surface de liaison S_E est au moins égale à 70% de la surface S_T de ladite paroi.

Cette bande de roulement confère au pneumatique des performances particulièrement homogènes et régulières quel que soit le degré d'usure de ladite bande.

Un autre objet de l'invention est de proposer un procédé de fabrication d'une bande de roulement pourvue d'une pluralité de découpures, lesdites découpures étant pourvues d'au moins un élément de liaison. Il ressort clairement que les procédés habituels de moulage des découpures ne sont pas adaptés pour réaliser de telles sculptures de façon aisée et avec une précision suffisante. En effet, le fait de disposer au moins un élément de liaison sous la surface de roulement de la bande de roulement conduit à une impossibilité de démoulage de ladite bande dès lors que l'on emploie un procédé de moulage habituel et mettant en oeuvre des lames métalliques pour mouler des incisions.

Un objectif de l'invention est de proposer un procédé d'obtention d'une bande pour pneumatique comportant au moins une découpure dont les parois principales sont reliées par au moins un élément de liaison en éliminant les problèmes de démoulage. Le procédé

de fabrication d'une bande de roulement d'épaisseur E conforme à l'invention comporte les étapes suivantes :

- a) réalisation d'intercalaires dans un matériau approprié, lesdits intercalaires ayant la forme générale des découpures souhaitées dans la bande de roulement et d'épaisseur égale à la largeur desdites découpures;
- b) enlèvement de matière dans chaque intercalaire pour obtenir un/des orifice(s) selon une répartition choisie au préalable, chaque orifice ayant une forme équivalente à la forme d'un élément de liaison;
- c) insertion des intercalaires réalisés selon les étapes précédentes dans une bande de gomme;
- d) moulage sous pression dans un moule aux dimensions de la bande de roulement souhaitée, au cours duquel le mélange de gomme de la bande, devenu davantage fluide remplit les orifices des intercalaires de façon à former des éléments de liaison entre les parois de gomme adjacentes à chaque intercalaire;
- e) vulcanisation de ladite bande de gomme suivi du démoulage.

Bien entendu, cette bande de roulement peut être réalisée sous la forme d'une bande de longueur prédéterminée ou sous la forme d'un anneau fermé destiné à être placée radialement à l'extérieur de l'ébauche d'un pneumatique au cours de sa fabrication ou sur un pneumatique en cours de rechapage.

Une variante du procédé qui vient d'être décrit peut consister à réaliser les étapes a) à c) et à placer la bande de gomme non vulcanisée et non moulée sur une ébauche de pneumatique avant de procéder au moulage et à la vulcanisation de l'ensemble pneumatique et bande ainsi assemblés.

De façon plus générale, ce procédé, consistant à insérer des intercalaires dans une bande de gomme, peut aussi s'appliquer dans le cas de la fabrication d'une bande de roulement comportant une pluralité d'intercalaires sans orifice pour mouler une pluralité d'incisions ne comportant pas d'éléments de liaison.

De manière à faciliter l'insertion des intercalaires dans la bande de gomme, il est proposé une autre variante du procédé décrit et consistant à réaliser, dans une bande de gomme non vulcanisée, des découpures de dimensions sensiblement égales aux dimensions des découpures pourvues d'au moins un élément de liaison entre les parois desdites découpures.

La matière composant les intercalaires et remplissant les découpures pourvues d'au moins un élément de liaison est choisie de manière à pouvoir être éliminée au moins partiellement, c'est à dire au moins à proximité de la surface de roulement à l'état neuf, et progressivement pendant le roulage pour conserver en permanence une grande longueur d'arêtes.

La demanderesse a trouvé que la pâte à papier était un matériau de remplissage particulièrement adapté à cet usage, car ce matériau est caractérisé par une très faible cohésion dès lors qu'il est en présence d'eau pendant un laps de temps suffisant et présente donc l'intérêt de pouvoir s'éliminer progressivement pendant le roulage du pneumatique ou bien de pouvoir être éliminé après avoir été mis en présence d'eau et avant tout roulage et cela d'autant plus aisément que les découpures pourvues d'au moins un élément de liaison ont une épaisseur d'au moins 0,4 mm.

Une variante de ce procédé consiste à choisir comme matériau composant les intercalaires un matériau dont le point de fusion est suffisamment proche de la température de vulcanisation de ladite bande de façon à devenir fluide seulement vers la fin de la durée de ladite vulcanisation, compte tenu de la montée progressive en température de la gomme constituant ladite bande, de manière à permettre l'enlèvement dudit matériau de remplissage, par exemple par aspiration ou par soufflage après vulcanisation de ladite bande. Préférentiellement, le matériau de remplissage est un alliage ayant un bas point de fusion offrant l'avantage d'être rigide pendant la phase de mise en forme de la bande et pendant la phase de vulcanisation avant de devenir fluide à la fin de la vulcanisation de la bande de façon à permettre l'enlèvement dudit alliage et éventuellement de le recycler pour un usage similaire.

Le procédé qui vient d'être décrit peut aussi être suivi d'une opération de meulage affectant quasi uniquement la surface de la bande de roulement neuve et destinée à faire

apparaître de façon très nette une pluralité d'arêtes sur la surface de roulement de ladite bande. Une autre façon d'obtenir un bon état de surface dès la sortie du moule, peut consister à disposer l'ensemble des découpures pourvues d'au moins un élément de liaison sous la surface de roulement de la bande de roulement et à mouler ladite bande dans un moule comportant une pluralité d'éléments de relief destinés à mouler une pluralité de découpures sur la surface de roulement et dont la profondeur est légèrement supérieure à la plus petite des distances séparant les découpures pourvues d'au moins un élément de liaison de la surface de roulement. De cette façon, la bande de roulement en s'usant va révéler progressivement une pluralité de découpures sous la surface de roulement de ladite bande neuve.

L'invention sera aisément comprise à l'aide des dessins annexés qui ne représentent que des modes particuliers de réalisation et qui ne sauraient être considérés comme limitatifs.

- la figure 1 est une coupe schématique d'une partie d'une bande de roulement suivant l'invention;
- la figure 2 est une coupe schématique de la bande de roulement de la figure 1 réalisée le long d'une paroi d'une découpe pourvue d'éléments de liaison;
- la figure 3 est une coupe schématique d'une bande de roulement réalisée le long d'une paroi d'une découpe pourvue d'un élément de liaison unique suivant l'invention;
- la figure 4 représente une bande de roulement d'un pneumatique comportant des incisions pourvues d'éléments de liaison, lesdites incisions étant orientées pour une part dans le sens circonférentiel et pour une autre part dans le sens transversal;
- la figure 5 représente la coupe suivant XX de la bande de roulement de la figure 4 montrant une découpe pourvue d'éléments de liaison inclinés par rapport à la surface de roulement de ladite bande;
- la figure 6 représente une variante de disposition des éléments de liaison d'une découpe;

- la figure 7 représente une coupe schématique d'une bande de roulement réalisée le long d'une paroi d'une découpe pourvue d'un grand nombre d'éléments de liaison;
- la figure 8 représente vue en coupe une variante d'une bande de roulement comportant une pluralité d'incisions pourvue d'une pluralité d'éléments de liaison sous la surface de roulement de ladite bande neuve;
- la figure 9 représente deux variantes A et B de sculptures de bande de roulement selon l'invention ayant fait l'objet de tests de roulage;
- la figure 10 représente un intercalaire employé pour la fabrication des variantes A et B de la figure 9;
- la figure 11 représente schématiquement une variante d'une découpe dont les parois principales et les éléments de liaison sont en mélange de gomme de nature différente de la gomme composant la bande de roulement.

La bande de roulement 1 représentée partiellement dans le sens de sa longueur sur la figure 1 a une épaisseur E et une largeur W. Une des parois externes de ladite bande est destinée à constituer la surface de roulement 2 d'un pneumatique pourvu de ladite bande; ce pneumatique peut être soit un pneumatique neuf soit un pneumatique rénové c'est à dire un pneumatique ayant roulé jusqu'à usure de sa bande de roulement nécessitant alors la mise en place d'une nouvelle bande de roulement.

Une pluralité de découpures 3, 4 sont réalisées dans la bande 1 de façon à s'étendre sur toute la largeur W de ladite bande 1. La découpe 3 est délimitée par deux parois principales planes 5, 6 perpendiculaires à la surface de roulement 2 et distantes l'une de l'autre d'une distance moyenne e égale à la largeur de la découpe 3. Les deux parois 5, 6 délimitant la découpe 3 se raccordent aux points 8 radialement les plus à l'intérieur de la découpe par rapport à la surface de roulement 2. L'intersection des parois 5, 6 avec la surface de roulement 2 détermine des arêtes de gomme respectivement 51 et 61 dont une fonction est de couper le film d'eau pouvant exister entre la bande et la route.

La découpe 3 est pourvue de cinq éléments de liaison en gomme 7 qui relient les parois 5 et 6 de ladite découpe, lesdits éléments de liaison permettant de maintenir à distance quasiment constante lesdites parois en évitant à la fois l'ouverture et la fermeture de la découpe 3.

Sur la figure 2 est représentée une coupe transversale de la bande de roulement 1 de la figure 1 réalisée le long de la paroi 6 de la découpe 3. On peut y voir, réparties assez uniformément sur la paroi 6, les surfaces d'intersection 71, 72, 73, 74, 75 des éléments de liaison 7 avec la paroi 6, la somme desdites surfaces constituant la surface totale d'intersection S_E . Dans le cas présent, tous les éléments de liaison ont leurs surfaces d'intersection 71, 72, 73, 74, 75 entièrement situées sous la surface de roulement 2 et à une distance radiale de ladite surface plus petite que la profondeur h de la découpe. De plus, la surface totale de liaison S_E est au plus égale à 80% de la surface S_G délimitée par le contour géométrique L (en traits pointillés) de longueur minimale construit sur la paroi 6 et enveloppant toutes les surfaces d'intersection 71, 72, 73, 74, 75 des éléments de liaison 7 avec la paroi 6. Ces trois conditions combinées permettent d'obtenir une sculpture comportant de très nombreuses découpes sur des profondeurs relativement importantes comparativement à l'épaisseur de la bande de roulement, lesdites découpes créant de nombreuses arêtes de gomme sur la surface de roulement 2, ladite sculpture ainsi réalisée conservant une rigidité suffisante pour résister aux sollicitations dues à l'écrasement et au roulage.

De manière connue en soi, les parois principales des découpes peuvent être planes ou bien courbes.

Avantageusement et pour obtenir un effet optimum, la bande de roulement comporte une pluralité de découpes pourvue d'au moins un élément de liaison et chaque surface S_G , délimitée par le contour géométrique L de longueur minimum et enveloppant la surface totale de liaison S_E sur une paroi de la découpe, est au moins égale à 15% de la surface de la paroi S_T correspondante.

La position relative des éléments de liaison d'une même découpe est déterminée de manière à maintenir pour ladite découpe une grande longueur d'arête active pour

venir en contact avec le sol et cela quel que soit le niveau d'usure de la bande de roulement.

Une autre possibilité de réalisation est représentée sur la figure 3 qui montre la coupe schématique d'une nervure d'une bande de roulement 1 réalisée le long d'une paroi 9 d'une découpe pourvue d'un élément de liaison unique 10 s'étendant entre les parois principales délimitant ladite découpe. Cet élément 10 se compose de deux branches 101, 102 orientées dans le sens de la largeur de l'incision et reliées entre elles par une troisième branche 103 orientée dans le sens de l'épaisseur de la bande. Le contour L tracé en traits pointillés correspond au contour de longueur minimum enveloppant la surface totale de liaison de l'élément unique et passant par les extrémités des branches 101 et 102. Il est implicite que l'esprit de l'invention est conservé lorsque la branche 103 reliant les branches 101 et 102 est prolongée jusqu'à la surface de roulement 2, puisqu'il est créé un volume unique correspondant à la découpe.

La figure 4 représente partiellement une bande de roulement 11 d'un pneumatique comportant des incisions orientées dans le sens circonférentiel et des incisions orientées dans le sens transversal, chacune desdites incisions étant pourvues d'éléments de liaison et débouchant sur la surface de roulement 112 de ladite bande. La bande de roulement 11 est divisée axialement en trois régions annulaires notées I, II, III, la région médiane II étant séparée des deux régions bord I et III par des rainures 12 et 13 orientées circonférentiellement. De manière à améliorer la performance en adhérence du pneumatique équipé d'une telle bande de roulement sans pour autant être pénalisé en bruit de roulage, on prévoit dans la partie médiane II une pluralité d'incisions 14 de faible largeur orientées essentiellement transversalement, lesdites incisions 14 débouchant de chaque côté de la partie II dans les rainures 12 et 13. Ces incisions 14 de profondeur h et de largeur e au moins égale à 0,1 mm sont disposées régulièrement selon un pas moyen p de manière à ce que le rapport $h/(p-e)$ soit plus grand que 0,9. Ainsi, il est possible d'avoir une densité élevée d'arêtes dans l'empreinte de contact sans qu'il en résulte une altération des caractéristiques mécaniques de la partie II.

Dans les parties bord I et III, il est prévu au moins une incision 15 orientée essentiellement dans la direction circonférentielle. Toutes les incisions d'orientation

transversale 14 et les incisions circonférentielles 15 sont pourvues d'une pluralité d'éléments de liaison respectivement 141 et 151 reliant les parois principales formant lesdites incisions.

Par orientées essentiellement transversalement, on entend que les axes moyens des traces des incisions sur la surface de roulement 112 font avec la direction transversale de la bande de roulement un angle au plus égal à 45° . Par orientées essentiellement circonférentiellement, on entend que les axes moyens des traces des incisions sur la surface de roulement font avec la direction transversale de la bande de roulement un angle au moins égal à 75° et au plus égal à 90° . L'axe moyen de la trace d'une découpe sur la surface de roulement d'une bande de roulement correspond à la direction moyenne évaluée entre les points des arêtes de ladite découpe sur la surface de roulement à l'aide d'une méthode des moindres carrés des distances.

De cette façon, il est possible d'obtenir un pneumatique présentant de bonnes performances en adhérence dans le sens longitudinal de la bande de roulement grâce à la présence d'incisions orientées transversalement dans la partie II et en adhérence dans le sens transversal grâce à la présence d'au moins une incision orientée quasiment circonférentiellement dans les parties I et III, lesdites incisions étant pourvues d'éléments de liaison reliant leurs parois.

De manière complémentaire, il est possible de prévoir des éléments de liaison reliant aussi les parois délimitant les rainures circonférentielles séparant la partie II des parties I et III.

Après usure partielle de la bande de roulement selon l'invention, au moins un élément de liaison d'une découpe apparaît à la surface de roulement et diminue d'autant les longueurs des arêtes 145, 146 formées par chacune des parois principales de ladite découpe avec la surface de roulement 2. Pour atténuer cet effet et comme cela est montré sur la figure 5, correspondant à une coupe suivant XX de la bande de roulement représentée sur la figure 4, il est judicieux de disposer chaque élément de liaison 141 entre une première paroi principale 142 et une deuxième paroi principale 143 de la découpe 14 de façon à ce que ledit élément fasse, avec la perpendiculaire à la surface

de roulement de la bande de roulement neuve, un angle différent de 90° et préférentiellement entre 30° et 70° .

Une autre manière de résoudre l'inconvénient qui vient d'être mentionné et également pour éviter la localisation des usures sur certaines régions d'une bande de roulement selon l'invention, il est avantageux de prévoir, comme cela est le cas pour les incisions 14 localisées dans la partie médiane II de la bande de roulement visualisée figure 4, entre deux quelconques découpures voisines d'orientation sensiblement identique, un décalage dans le sens radial de la position des éléments de liaison. Ainsi, on répartit de façon aléatoire la position des arêtes de gomme formées par l'intersection des parois des découpures. Le fait que les éléments de liaison arrivent à la surface de roulement après usure de façon plus ou moins décalée permet de maintenir en permanence (c'est à dire pendant toute la durée de l'utilisation du pneumatique) une grande longueur d'arêtes dans la région de la surface de roulement affectée par le contact avec la route et permet de réaliser un brouillage favorable à la fois sur l'usure (on évite l'apparition d'usures anormales, c'est à dire localisées) et sur le bruit de roulage.

Dans le cas d'une utilisation faisant essentiellement appel à des caractéristiques d'adhérence dans le sens longitudinal, il est possible de prévoir uniquement une pluralité de découpures pourvues d'au moins un élément de liaison, l'axe moyen des traces desdites découpures sur la surface de roulement du pneumatique formant avec la direction transversale de la bande de roulement un angle au plus égal à 45° . Inversement, dans le cas d'utilisation faisant essentiellement appel à des caractéristiques d'adhérence dans le sens transversal, il est possible de prévoir une pluralité de découpures pourvues d'au moins un élément de liaison, l'axe moyen des traces desdites découpures sur la surface de roulement de ladite bande à l'état neuf forme avec la direction axiale de la bande de roulement un angle au moins égal à 75° et au plus égal à 90° . Un résultat comparable est obtenu en réalisant une seule découpe continue et orientée selon un angle proche de 90° avec la direction transversale de façon à ce que l'axe moyen de la trace de la découpe sur la surface de roulement forme une hélice; en effet, tout se passe dans la zone de contact avec la route comme si la bande était pourvue d'une pluralité de découpures quasiment orientées dans la direction circonférentielle.

Les découpures pourvues d'au moins un élément de liaison peuvent être perpendiculaires à la surface de roulement ou bien au moins une partie de celles-ci font, avec la direction perpendiculaire à la surface de roulement de la bande de roulement à l'état neuf, un angle moyen au plus égal à 20° de manière à augmenter l'efficacité des arêtes de gomme dans certaines utilisations de façon à pouvoir mieux transmettre un effort moteur ou freineur selon le sens d'orientation choisi de l'inclinaison de ladite découpe.

La rigidité de la sculpture d'une bande de roulement augmentant avec la diminution de son épaisseur résultant de l'usure de ladite bande, il est judicieux de prévoir, en plus, que pour au moins une découpe, située dans la partie de la bande de roulement affectée par l'écrasement du pneumatique et pourvue d'au moins un élément de liaison, le rapport $T_p = S_p / S_t$ diminue de façon sensiblement régulière avec l'usure du pneumatique au moins à partir d'un niveau d'usure partiel prédéterminé, S_p représentant, sur une des parois de ladite découpe, la surface de liaison restante après usure partielle de la bande de roulement et S_t représentant la surface totale de ladite paroi correspondant au même niveau d'usure partielle de la bande de roulement. Dans ce cadre, la figure 6 représente, vue suivant une coupe transversale, une paroi d'une découpe pourvue d'éléments de liaison 7 disposés suivant des rangées quasiment parallèles à la surface de roulement 2; le nombre des éléments de liaison 7 par rangée augmentant au fur et à mesure qu'on se rapproche de la surface de roulement 2.

La figure 7 montre une disposition avantageuse en terme de liaison des parois principales d'une même découpe d'une bande de roulement. Sur cette figure, on voit, régulièrement réparties sur une paroi principale 66 d'une découpe, une pluralité de surfaces d'intersection 76 d'éléments de liaison avec ladite paroi de façon que la densité en éléments de liaison soit relativement importante (c'est à dire qu'il existe un grand nombre d'éléments par surface de paroi). Dans le cas présent, la surface S_G délimitée par le contour L de longueur minimale et enveloppant toutes les surfaces d'intersection des éléments de liaison est d'environ 90% de la surface totale de la paroi 66 tandis que la surface de liaison S_E ne représente que 40% de la surface totale. Un effet optimum sur la

rigidité de la bande est atteint quand les éléments de liaison sont régulièrement distribués sur les parois de chaque découpeure.

En outre et de manière avantageuse, il peut être intéressant de prévoir des éléments supplémentaires en gomme liés à une seule des parois d'une découpeure pourvue d'éléments de liaison pour empêcher le rapprochement des régions des parois de ladite découpeure situées entre lesdits éléments de liaison.

La demanderesse a procédé à des essais de roulage et de simulation de roulage avec des pneumatiques poids-lourd de dimension 215/75 R 17.5 comportant des bandes de roulement selon l'invention. La figure 9 représente schématiquement deux types de sculpture de bande de roulement testées. La figure 9-A correspond à la variante A d'une bande de roulement 18 comportant une pluralité d'incisions 21 de largeur 0,1 mm, orientées transversalement et espacées circonférentiellement d'un pas moyen p de 15 mm; cette variante comporte en plus trois rainures circonférentielles de largeur 5 mm qui divisent axialement la bande de roulement en quatre parties, chacune desdites parties étant encore divisée en deux par une incision circonférentielle 20 de largeur 2 mm. Toutes les découpures ont la même profondeur égale à 13,5 mm. La figure 9-B correspond à la variante B d'une bande de roulement 22 comportant une pluralité d'incisions 25 de largeur 1mm orientées suivant une direction faisant un angle moyen de 15° avec la direction transversale du pneumatique et espacées les unes les autres d'un pas p moyen de 10 mm; cette variante B comporte en plus deux rainures 23 de forme ondulée et essentiellement circonférentielles 19 de largeur 10 mm qui divisent axialement la bande de roulement en trois parties, chacune desdites parties étant encore divisée en deux par une incision circonférentielle 24 de largeur 2 mm, lesdites incisions suivant le même profil que les rainures. Toutes les découpures des deux variantes A et B ont une profondeur identique et égale en moyenne à 13,5 mm.

Les variantes A et B ont été réalisées de la manière suivante : après avoir découpée, suivant les tracés des incisions désirées, une bande de gomme non vulcanisée de largeur et de longueur appropriées, on réalise, en nombre égal au nombre d'incisions et de dimensions équivalentes, des intercalaires dans des feuilles de papier d'épaisseur 0,1mm pour la variante A et dans des feuilles de carton d'épaisseur 1mm pour la variante B.

Chaque intercalaire est ensuite découpé de manière à créer une pluralité d'orifices dont la forme correspond à la forme des sections des éléments de liaison des incisions. La figure 10 montre un tel intercalaire 16 pourvu d'une pluralité d'orifices 17 de forme quasiment rectangulaire; ces orifices de dimension 2x5 mm peuvent être obtenus, par exemple, au moyen d'un procédé de coupe au laser ou par poinçonnage. Ensuite, ces intercalaires 16 sont mis en place dans les découpes réalisées dans la bande de roulement non vulcanisée

Cette bande de roulement est ensuite placée sur une ébauche de pneumatique non vulcanisée avant d'être moulée avec le pneumatique dans un moule de vulcanisation. Au cours de la vulcanisation de ladite bande, la gomme de la bande traverse les intercalaires aux endroits des orifices pour former les éléments de liaison des découpures, lesdites découpures étant remplies par le matériau constitutif des intercalaires. Pour obtenir les variantes A et B, les rainures et les incisions circonférentielles dépourvues d'éléments de liaison ont été réalisées par taillage après fabrication des pneumatiques comportant les bandes de roulement. Bien entendu, les rainures et incisions supplémentaires peuvent être réalisées par le procédé conforme à l'invention.

Dans le cas d'espèce, les pneumatiques choisis étaient des pneumatiques de type poids lourd de dimension 215/75 R 17.5 dont les incisions pourvues d'éléments de liaison avaient un taux de liaison T_p égal à 45% et pour lesquelles les rapports S_E/S_T et S_E/S_G étaient égaux respectivement à 45% et à 40%. Les taux d'entaillement des surfaces de roulement à l'état neuf des deux variantes A et B étaient respectivement de 15% et de 18% (par taux d'entaillement, on entend le rapport entre la surface des découpures sur la surface de roulement et la surface totale de ladite surface de roulement).

Des tests d'adhérence ont été réalisés avec un véhicule poids lourd équipé d'une roue supplémentaire destinée à des mesures, ladite roue étant équipée d'un pneumatique selon la variante A ou selon la variante B. Dans cet essai, on détermine l'apparition du glissement du pneumatique par rapport à la route pour une vitesse donnée et sous l'action d'un effort freineur déterminé; ce test est réalisé sur une piste d'essai ayant un revêtement lisse et sur laquelle est présente une couche d'eau d'épaisseur environ 1,5 mm. Un pneumatique de type XZE, de même dimension et ayant un taux d'entaillement de 18%, a

été pris comme base de référence. Les taux d'entaillement des variantes A et B sont comparables à celui du pneumatique choisi comme référence.

De façon inattendue, les résultats des tests d'adhérence ont montré que, comparativement au pneumatique de référence, les pneumatiques de la variante A étaient meilleurs que les pneumatiques de référence d'environ 15%, tandis que les pneumatiques de la variante B étaient très supérieurs aux pneumatiques de référence, d'au moins 30%. L'écart de performance entre les variantes A et B peut s'expliquer en partie par la différence de largeur des incisions.

D'autre part, des essais de mesure de bruit émis en roulage dans les conditions définies par la norme ISO 362 ont montré, de façon tout aussi surprenante, que le niveau de bruit émis par un pneumatique pourvu d'une bande de roulement selon l'invention était réduit d'au moins 3 dbA et d'au moins 2 dbA pour les variantes A et B respectivement comparativement aux pneumatiques de référence.

Alors qu'il est connu, dans le cas de sculptures usuelles pour pneumatiques poids lourd, que l'obtention d'une bonne performance en bruit s'accompagne toujours d'une baisse de la performance en adhérence sur sol lisse, ces essais ont montré que grâce à une sculpture de bande de roulement conforme à l'invention, il est possible d'obtenir un gain très net de la performance à la fois en adhérence et en bruit de roulage.

La bande de roulement selon l'invention et le procédé de fabrication d'une telle bande permettent d'obtenir, avec un faible taux d'entaillement, c'est à dire un rapport entre la surface correspondant aux découpures et la surface totale de ladite bande destinée à être en contact avec le sol, une performance au moins équivalente à une bande de roulement usuelle ayant un plus fort taux d'entaillement; le grand nombre d'arêtes de gomme, combiné avec le fait que la rigidité de la bande de roulement n'est pas affectée de manière sensible compense l'écart des taux d'entaillement.

Il faut noter que la présence d'éléments de liaison dans les découpures permet de conserver à la bande de roulement une rigidité qui se traduit par une perte en résistance au roulement (énergie dissipée au cours du roulage d'un pneumatique équipé de ladite

bande) qui est nettement moindre que celle obtenue avec le même pneumatique dont les éléments de liaison ont été éliminés.

Après fabrication des pneumatiques pourvus d'une bande de roulement selon l'invention, il est possible d'éliminer partiellement, c'est à dire uniquement au voisinage de la surface de roulement, les intercalaires de façon à dégager les arêtes des incisions sur la surface de roulement. Par la suite, le matériau constituant les intercalaires s'élimine au fur et à mesure de l'usure de la bande de roulement.

De façon à obtenir un meilleur aspect de la bande de roulement en sortie du moule de vulcanisation de ladite bande, il peut être envisagé de prévoir que les découpures pourvues d'éléments de liaison soient entièrement situées sous la surface de roulement de la bande de roulement neuve et qu'il soit prévu sur ladite surface de roulement une pluralité de découpures sans éléments de liaison et de profondeur au moins légèrement supérieure à la distance séparant la surface de roulement des découpures pourvues d'éléments de liaison. Une telle réalisation est visible sur la figure 8 qui montre une coupe schématique d'une bande de roulement 26 à l'état neuf comportant une pluralité d'incisions 27 pourvues d'une pluralité d'éléments de liaison 28. La surface de roulement est pourvue d'une pluralité de découpures 29 de faible profondeur destinées à jouer un rôle actif dans les premiers temps d'usage de la bande de roulement. Après usure partielle de la bande, les incisions 29 disparaissent pour laisser la place aux incisions sous-jacentes 27.

Une variante de réalisation des intercalaires consiste à employer un matériau se présentant sous la forme d'un tissu comportant des fils de chaîne et des fils de trame, ledit tissu ayant la propriété de résister à la vulcanisation de ladite bande et de pouvoir s'éliminer progressivement pendant le roulage du pneumatique, les espaces délimités par les fils de trame et les fils de chaîne permettant le moulage des éléments de liaison de ladite découpe. Le matériau constituant les intercalaires peut aussi être formé d'un ou plusieurs fils formant un réseau de fils pouvant s'éliminer en totalité après vulcanisation de la bande de roulement ou bien progressivement au cours du roulage.

Le procédé de fabrication selon l'invention permet, en outre, de réaliser des découpures dont les parois sont recouvertes d'un mélange de gomme différent du

mélange constitutif du reste de la bande de roulement, comme cela est visualisé sur la figure 11, dans le cas particulier d'une incision pourvue d'éléments de liaison; bien entendu, le procédé qui est décrit pour former ce type d'incision est également applicable à une incision non pourvue d'éléments de liaison.

La figure 11-B montre une variante d'une découpure 38 pourvue d'une pluralité d'éléments de liaison 311 réalisée en suivant les étapes suivantes :

- on réalise au moins un intercalaire 39 comportant une pluralité d'orifices 31 (visibles sur la figure 11-A);
- on forme un empilement en recouvrant au moins un intercalaire sur chacune de ses deux faces principales avec deux couches de gomme crue (32, 33), chaque couche ayant une épaisseur proche de l'épaisseur de l'intercalaire;
- on exerce une pression de part et d'autre de l'empilement ainsi constitué de façon à appliquer plus ou moins fortement chaque couche (32, 33) contre les parois de l'intercalaire et de façon à forcer chaque couche à pénétrer dans les orifices jusqu'à venir en contact l'une avec l'autre; les contacts ainsi formés facilitent la manipulation de l'intercalaire enveloppé de mélange de gomme avant la mise en place dans la découpure prévue dans la bande de roulement crue;
- on insère chaque intercalaire dans une bande de gomme non vulcanisée;
- on procède ensuite à la vulcanisation et au moulage de la bande ainsi constituée dans un moule approprié. Ce moule peut comporter des éléments de relief faisant saillie à sa surface de moulage pour mouler des découpures sous forme de rainures ou incisions.

Une variante de ce procédé consiste dans un premier temps à former un empilement composé d'un intercalaire non troué et recouvert sur ses deux faces avec deux couches de gomme crue et dans un deuxième temps à trouser ledit empilement suivant son épaisseur avant d'insérer ledit empilement dans une bande de gomme crue et finalement de procéder au moulage et à la vulcanisation de ladite bande. De cette façon, la gomme composant la bande de roulement occupe chaque orifice et vient former chaque élément de liaison de la découpure ainsi moulée.

Après vulcanisation, on peut éliminer, au moins en surface, le matériau constituant l'intercalaire 39 comme cela est visible sur la figure 11-B. L'enrobage de l'intercalaire est réalisé avec des mélanges de gomme qui peuvent être de même nature que le mélange constitutif de la bande de roulement ou bien de nature différente. Un mélange de nature différente confère aux arêtes de la découpure une meilleure résistance à l'abrasion résultant du contact avec la route. Il peut aussi être envisagé d'employer deux couches de mélanges de gomme de nature différente de part et d'autre de l'intercalaire pour tenir compte, notamment, d'un sens de roulage préférentiel du pneumatique. En outre, les couches peuvent avoir des épaisseurs différentes et supérieures à l'épaisseur de l'intercalaire. Chaque couche de gomme recouvrant l'intercalaire peut être formée d'une ou plusieurs couches de mélange.

Il peut être intéressant qu'au moins une découpure pourvue d'au moins un élément de liaison ait au moins un élément de liaison formé en mélange de gomme de nature et de caractéristiques mécaniques différentes du mélange composant la bande de roulement.

L'ensemble des variantes décrites dans la présente application peuvent faire l'objet de combinaison selon le but recherché sans pour autant s'écarter de l'esprit de l'invention. Par exemple, un pneumatique peut comporter à la fois une pluralité d'incisions certaines d'entre-elles étant pourvues d'éléments de liaison et les autres non, lesdites incisions étant formées par exemple selon l'un des procédés qui viennent d'être décrits.

Le domaine d'application de la présente invention concerne tous les types de pneumatiques et en particulier les pneumatiques de type routier, qu'ils soient destinés à équiper des véhicules de type voitures de tourisme, camionnettes, poids lourd et notamment des pneumatiques pour métro. Plus spécifiquement, les pneumatiques destinés à équiper les essieux moteur de véhicules poids-lourd ont leurs caractéristiques d'adhérence et de bruit sensiblement améliorées dès lors qu'ils sont pourvus d'une bande de roulement selon l'invention. L'application d'une sculpture suivant l'invention à des pneumatiques pour engins de génie civil et plus particulièrement des véhicules type "dumper" est bénéfique puisqu'elle permet de réaliser une bande de roulement avec une

pluralité de découpures tout en assurant une rigidité suffisante à ladite bande sous les efforts d'écrasement et les efforts moteur ou freineur.

Dans le domaine du pneumatique poids-lourd et tourisme, les meilleures performances sont obtenues dès lors qu'au moins 80% des incisions pourvues d'éléments de liaison selon l'invention ont chacune une largeur au moins égale à 0,1 mm et au plus égale à 2 mm.

Une bande de roulement conforme à l'invention peut aussi être placée sur une ébauche de pneumatique avant d'être vulcanisée avec ladite ébauche de pneumatique dans un moule de vulcanisation approprié.

Enfin, une bande conforme à l'invention peut comporter une pluralité de blocs de gomme délimités par des rainures, lesdits blocs comportant au moins une incision elle-même pourvue d'au moins un élément de liaison entre les parois principales de ladite incision; les rainures peuvent, en outre, être pourvues d'éléments de liaison de façon à réaliser une sculpture très performante.

REVENDICATIONS

1 - Bande de roulement (1, 26) d'épaisseur E , pour pneumatique, pourvue d'une surface de roulement (2), ladite bande (1) étant pourvue d'une pluralité de découpures (3, 4, 27), chaque découpeure (3) étant définie par l'espace délimité principalement entre deux parois (5, 6) en regard l'une de l'autre, lesdites parois étant perpendiculaires à ou obliques par rapport à la surface de roulement (2), et ayant une profondeur h , mesurée comme la distance radiale maximale mesurée entre les points les plus éloignés radialement des parois de ladite découpeure, au plus égale à l'épaisseur E de la bande de roulement, caractérisée en ce que :

- les deux parois principales (5, 6) d'au moins une découpeure (3) située dans la partie de la bande de roulement affectée par l'écrasement au sol du pneumatique en roulage sont reliées par au moins un élément de liaison en gomme (7), le (les) élément(s) de liaison (7) présentant avec chacune des parois (5, 6) une surface de liaison S_E égale à la surface totale d'intersection, ladite surface S_E sur chacune des parois étant au moins égale à 10% de la surface S_T de ladite paroi,
- tous les points du contour extérieur de la surface d'intersection d'au moins un élément de liaison (7) avec l'une des parois (5, 6) sont situés à une distance de la surface de roulement (2) strictement inférieure à la profondeur de la découpeure,
- et en ce que, sur chacune des parois, la surface de liaison S_E est au plus égale à 80% de la surface S_G , la surface S_G étant égale à la surface, mesurée sur ladite paroi de la découpeure, délimitée par le contour géométrique L de longueur minimum et enveloppant la surface de liaison S_E .

2 - Bande de roulement selon la revendication 1 caractérisée en ce que, pour au moins une découpeure (3, 4, 27) comportant au moins un élément de liaison (7), la surface S_G délimitée par le contour géométrique L de longueur minimum et enveloppant la surface

totale de liaison S_E sur une paroi principale de la découpe est au moins égale à 15% de la surface S_T de la paroi correspondante.

3 - Bande de roulement selon l'une des revendications 1 ou 2 caractérisée en ce que toutes les découpures (3, 4, 27) comportant au moins un élément de liaison (7, 28) sont entièrement situées sous la surface de roulement (2) de la bande de roulement à l'état neuf et en ce qu'il est, en outre, prévu à la surface de la bande de roulement du pneumatique neuf des découpures (29) dont la profondeur est supérieure à la plus petite des distances séparant les découpures, comportant au moins un élément de liaison, et la surface de roulement de la bande de roulement du pneumatique à l'état neuf.

4 - Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisée en ce qu'elle comporte une pluralité de découpures (3, 4, 14) pourvues d'au moins un élément de liaison (7, 141), l'axe moyen des traces desdites découpures (3, 4, 14) sur la surface de roulement du pneumatique formant avec la direction transversale de la bande de roulement un angle au plus égal à 45°.

5 - Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisée en ce qu'elle comporte une pluralité de découpures (3, 4, 15) pourvues d'au moins un élément de liaison (7, 151), l'axe moyen de la trace de chacune desdites découpures (3, 4, 15) sur la surface de roulement de ladite bande à l'état neuf formant avec la direction transversale de la bande de roulement un angle au moins égal à 75° et au plus égal à 90°.

6 - Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisée en ce qu'elle comporte, sur au moins l'un de ses bords (I, III) dans le sens transversal, au moins une découpe (15) pourvue d'au moins un élément de liaison (151), ladite découpe (15) étant orientée de façon que l'axe moyen de sa trace sur la surface de roulement fasse un angle au moins égal à 75° et au plus égal à 90° par rapport à la direction transversale de la bande, et en ce que la partie médiane (II) de la

bande de roulement comporte une pluralité de découpures (14) pourvues d'au moins un élément de liaison (141), lesdites découpures (14) étant orientées de façon que l'axe moyen de leurs traces sur la surface de roulement fasse un angle au moins égal à 0° et au plus égal à 45° par rapport à la direction transversale de la bande.

7 - Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisée en ce qu'au moins une des découpures (3, 4, 14, 15) située dans la partie de la bande de roulement affectée par l'écrasement du pneumatique et pourvue d'au moins un élément de liaison (7, 141, 151) a, sur une surface parallèle à la surface de roulement et située radialement à l'intérieur de ladite surface, un tracé dont l'orientation de l'axe moyen est différente de l'orientation de l'axe moyen de la trace de ladite découpeure sur la surface de roulement de la bande de roulement neuve.

8 - Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 caractérisée en ce qu'au moins une des découpures (3, 4, 14, 15) pourvues d'au moins un élément de liaison (7, 141, 151) fait, avec la direction perpendiculaire à la surface de roulement (2) de la bande de roulement à l'état neuf un angle moyen au plus égal à 20° .

9 - Bande de roulement d'épaisseur E, pour pneumatique, pourvue d'une surface de roulement (2), ladite bande (1) étant pourvue d'une pluralité de découpures (3, 4) orientées quasiment dans la même direction, chacune desdites découpures (3) étant définie par l'espace délimité principalement entre deux parois (5, 6) en regard l'une de l'autre, lesdites parois étant perpendiculaires à ou obliques par rapport à la surface de roulement (2), lesdites découpures ayant une profondeur h, mesurée comme la distance, suivant une direction radiale, entre les points des parois de ladite découpeure les plus proches de la surface de roulement et les points desdites parois les plus éloignés de la surface de roulement du pneumatique neuf, h étant au plus égale à l'épaisseur E de la bande de roulement, lesdites découpures étant espacées d'un pas moyen égal à p, ladite bande étant caractérisée en ce que:

- 30 -

- les deux parois principales (5, 6) des découpures (3, 4) sont reliées par au moins un élément de liaison en gomme (7), le (les) élément(s) de liaison (7) présentant avec chacune des parois (5, 6) une surface de liaison S_E égale à la surface totale d'intersection;
- le taux de liaison $T_P = S_E / S_T$, S_E pour chaque découpe est au moins égal à 0,10 et au plus égal à 0,80, S_E étant égale à la surface totale d'intersection du/des élément(s) de liaison (7) sur chacune des parois (5, 6), S_T représentant la surface totale de chaque paroi principale de ladite découpe;
- le rapport p/h , entre le pas p et la profondeur h des incisions, est au moins égal à 0,2 et au plus égal à 1,9, bornes comprises.

10 - Bande de roulement selon la revendication 9 caractérisée en ce que le rapport p/h vérifie l'inégalité suivante :

$$\frac{p}{h} \leq \frac{1}{5} \left(\frac{1}{T_P} \right)^{0.75}$$

11 - Bande de roulement selon la revendication 10 caractérisée en ce que le rapport p/h vérifie l'inégalité suivante :

$$\frac{p}{h} \leq 2(1 - T_P)^{0.5}$$

12- Bande de roulement d'épaisseur E , pour pneumatique, pourvue d'une surface de roulement (2), ladite bande (1) étant pourvue d'une pluralité de découpures (3, 4) orientées quasiment dans la même direction, chacune desdites découpures (3) étant définie par l'espace délimité principalement entre deux parois (5, 6) en regard l'une de l'autre, lesdites parois étant perpendiculaires à ou obliques par rapport à la surface de roulement (2), et ayant une largeur e et une profondeur h , mesurée comme la distance, suivant une direction radiale, entre les points des parois de ladite découpe les plus proches de la surface de roulement et les points desdites parois les plus éloignés de la surface de roulement du pneumatique neuf, au plus égale à l'épaisseur E de la bande de roulement, lesdites découpures étant espacées d'un pas moyen égal à p , ladite bande étant caractérisée en ce que:

FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

- les deux parois principales (5, 6) d'une pluralité de découpures (3, 4) sont reliées par au moins un élément de liaison en gomme (7), le (les) élément(s) de liaison (7) présentant avec chacune des parois (5, 6) une surface de liaison S_E égale à la surface totale d'intersection,
- et en ce que le rapport $T_P = S_E/S_T$, S_E représentant, sur une des parois principales (5, 6) de ladite découpe, le taux de liaison entre les parois principales d'une même découpe est au moins égal à 0,10 et est au plus égal à la valeur suivante :

$$\frac{1}{\left(1 + \frac{1}{3}\varepsilon\right)^{0,75}} \quad \text{avec } \varepsilon = (p-e)/h$$

13- Bande de roulement pour pneumatique selon la revendication 12 caractérisée en ce qu'au moins 40% des découpures affectées par l'écrasement ont au moins un élément de liaison et en ce que le taux de liaison T_P desdites découpures est au moins égal à 0,25.

14- Bande de roulement pour pneumatique selon l'une des revendications 12 ou 13 caractérisée en ce que les découpures sont des incisions de largeur au moins égale à 0,1 mm et en ce que le rapport $h/(p-e)$ est plus grand que 0,9.

15- Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 14 caractérisée en ce que pour au moins une découpe (3, 4, 14, 15), située dans la partie de la bande de roulement affectée par l'écrasement du pneumatique et pourvue d'au moins un élément de liaison (7, 141, 151), le rapport $T_P = S_P/S_T$ diminue de façon quasiment régulière avec l'usure du pneumatique au moins à partir d'un niveau d'usure déterminé au préalable, S_P représentant, sur une des parois principales de ladite découpe, la surface de liaison restante après usure partielle de la bande de roulement et S_T représentant la surface totale de ladite paroi correspondant au même niveau d'usure partielle de la bande de roulement.

16- Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 15 caractérisée en ce que, pour au moins une découpeure (3, 4, 14, 15) pourvue d'au moins un élément de liaison (7, 141, 151) entre une première paroi principale et une deuxième paroi principale de ladite découpeure, chaque élément de liaison (7, 141) fait, avec la direction perpendiculaire à la surface de la bande neuve, un angle différent de 90° de façon à maintenir une grande longueur d'arête sur la surface de roulement quel que soit le degré d'usure de la bande de roulement.

17- Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 9 à 14 comportant une pluralité de découpures (3, 4, 14) pourvues d'au moins un élément de liaison (7, 141, 151) reliant une première paroi principale à une deuxième paroi principale desdites découpures caractérisée en ce que pour deux découpures voisines et d'orientation quasiment identique les positions radiales et/ou axiales des éléments de liaison de chacune desdites découpures sont différentes de façon à pouvoir conserver une grande longueur d'arêtes actives sur la surface de roulement quel que soit le niveau d'usure de la bande.

18- Bande de roulement d'épaisseur E , pour pneumatique, pourvue d'une surface de roulement, ladite bande étant pourvue d'une pluralité de découpures, chaque découpeure étant définie par l'espace délimité principalement entre deux parois principales en regard l'une de l'autre, lesdites parois étant perpendiculaires à ou obliques par rapport à la surface de roulement, et ayant une profondeur h , mesurée comme la distance, suivant une direction radiale, des points du contour de ladite découpeure les plus éloignés de la surface de roulement du pneumatique neuf, au plus égale à l'épaisseur E de la bande de roulement, caractérisée en ce que :

- les deux parois principales d'au moins une découpeure située dans la partie de la bande de roulement affectée par l'écrasement au sol du pneumatique en roulage sont reliées par une pluralité d'éléments de liaison en gomme, lesdits éléments de liaison présentant avec au moins une paroi principale (66) une surface totale de liaison S_E égale à la somme des

surfaces d'intersection (76) de tous les éléments de liaison avec ladite paroi, ladite surface de liaison S_E sur chacune des parois étant au moins égale à 10% de la surface S_T de ladite paroi,

- chaque élément de liaison présente avec chacune des parois (66) une surface d'intersection (76) au plus égale à $(E \cdot E/20)$,
- et en ce que la surface S_G délimitée par le contour géométrique L de périmètre minimum et enveloppant la surface totale de liaison S_E est au moins égale à 70% de la surface S_T de ladite paroi.

19- Bande de roulement pour pneumatique selon la revendication 18 caractérisée en ce que les surfaces d'intersection (76) de tous les éléments de liaison sont régulièrement distribuées sur les surfaces des parois principales d'au moins une découpe.

20- Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 19 caractérisée en ce que des éléments supplémentaires en gomme sont prévus dans au moins une découpe pour empêcher le rapprochement des parois de ladite découpe, ces éléments supplémentaires n'étant liés qu'à une seule des parois principales de ladite découpe.

21- Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 20 caractérisée en ce qu'une pluralité de découpes (21, 25, 38) pourvues d'éléments de liaison (311) sont, au moins en partie, remplies par au moins un matériau de remplissage pouvant s'éliminer après vulcanisation de ladite bande.

22- Bande de roulement pour pneumatique selon la revendication 21 caractérisée en ce que le matériau de remplissage a un point de fusion inférieur et voisin de la température de vulcanisation de la bande.

23- Bande de roulement pour pneumatique selon la revendication 21 ou la revendication 22 caractérisée en ce que le matériau de remplissage est un matériau à base essentiellement de fibres, comme par exemple de la pâte à papier.

24- Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 21 à 23 caractérisée en ce que au moins une découpeure pourvue d'au moins un élément de liaison est remplie d'un matériau se présentant sous la forme d'un tissu comportant des fils de chaîne et des fils de trame, ledit tissu ayant la propriété de résister à la vulcanisation de la bande et de pouvoir s'éliminer pendant le roulage du pneumatique, les espaces délimités par les fils de chaîne et les fils de trame correspondant aux passages des éléments de liaison de ladite découpeure.

25- Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 21 à 23 caractérisée en ce qu'une pluralité de découpures sont, au moins en partie, remplies d'une matière se présentant sous la forme de fil(s), ladite matière pouvant s'éliminer ou être éliminée après vulcanisation de la bande de roulement.

26- Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 25 caractérisée en ce que pour au moins une découpeure (38) pourvue d'au moins un élément de liaison (311), au moins une paroi principale de ladite découpeure est recouverte d'au moins un mélange de gomme (32, 33) différent du mélange de gomme (34) composant la bande de roulement et présentant des caractéristiques améliorées de résistance à l'abrasion.

27- Bande de roulement pour pneumatique selon la revendication 26 caractérisée en ce que les mélanges de gomme (32, 33) recouvrant les parois en vis-à-vis d'une même découpeure sont de nature différentes.

28- Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 27 caractérisée en ce que quel que soit le niveau d'usure de ladite bande, la longueur

d'arête active de la sculpture dans l'empreinte est au moins égale à 50% de la longueur d'arête active sur la surface de roulement de la bande de roulement à l'état neuf.

29- Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 28 caractérisée en ce que au moins 80% des découpures pourvues d'éléments de liaison ont une largeur au moins égale à 0,1 mm et au plus égale à 2 mm.

30- Bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 29 caractérisée en ce que l'élément de liaison d'une découpe le plus proche de la surface de roulement à l'état neuf est disposé de manière à ce que les distances séparant l'arête formée par une des parois principales de ladite découpe sur la surface de roulement à l'état neuf et les points du contour de la surface d'intersection dudit élément sur ladite paroi sont comprises entre 40% et 60% de la profondeur h de la découpe.

31- Procédé de fabrication d'une bande de roulement d'épaisseur E pour pneumatique, ladite bande étant pourvue d'une pluralité de découpures pourvues d'au moins un élément de liaison entre les parois principales de chacune desdites découpures, comportant les étapes suivantes :

- réalisation d'intercalaires (16) dans un matériau approprié, lesdits intercalaires ayant la forme générale des découpures souhaitées dans la bande de roulement et d'épaisseur égale à la largeur desdites découpures;
- enlèvement de matière dans chaque intercalaire (16) pour obtenir un /des orifice(s) (17) selon une répartition choisie au préalable, chaque orifice ayant une forme équivalente à la section transversale d'un élément de liaison entre deux parois principales d'une même découpe;
- insertion des intercalaires (16) dans une bande de gomme non vulcanisée;
- moulage dans un moule aux dimensions de la bande de roulement, pour mouler et vulcaniser ladite bande et former les éléments de liaison dans le/les orifice(s) (17) des intercalaires (16);
- démoulage de la bande de roulement après vulcanisation.

32- Procédé de fabrication d'une bande de roulement selon la revendication 31 caractérisé en ce que afin de permettre l'insertion des intercalaires (16) dans une bande de gomme non vulcanisée on réalise au préalable des découpures de profondeur inférieure ou égale à l'épaisseur de ladite bande de gomme non vulcanisée.

33- Procédé de fabrication d'une bande de roulement d'épaisseur E pour pneumatique selon la revendication 31 ou la revendication 32 caractérisé en ce que après démoulage de la bande de roulement vulcanisée, il est procédé à une opération de meulage de la surface de roulement sur une profondeur suffisante pour faire apparaître en surface une pluralité d'arêtes de gomme formées par les parois des découpures pourvues d'au moins un élément de liaison.

34- Procédé de fabrication d'une bande de roulement d'épaisseur E pour pneumatique selon l'une des revendications 31 à 33 caractérisé en ce que la bande de roulement obtenue a la forme d'un anneau fermé.

35- Procédé de fabrication d'une bande de roulement d'épaisseur E pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 31 à 34 caractérisé en ce que le matériau composant les intercalaires est un matériau dont le point de fusion est inférieur à et suffisamment proche de la température de vulcanisation de ladite bande de façon à devenir fluide peu de temps avant la fin de la vulcanisation, compte tenu de la montée progressive en température de la gomme composant ladite bande, de manière à permettre l'enlèvement dudit matériau de remplissage après vulcanisation, par exemple par aspiration ou par soufflage.

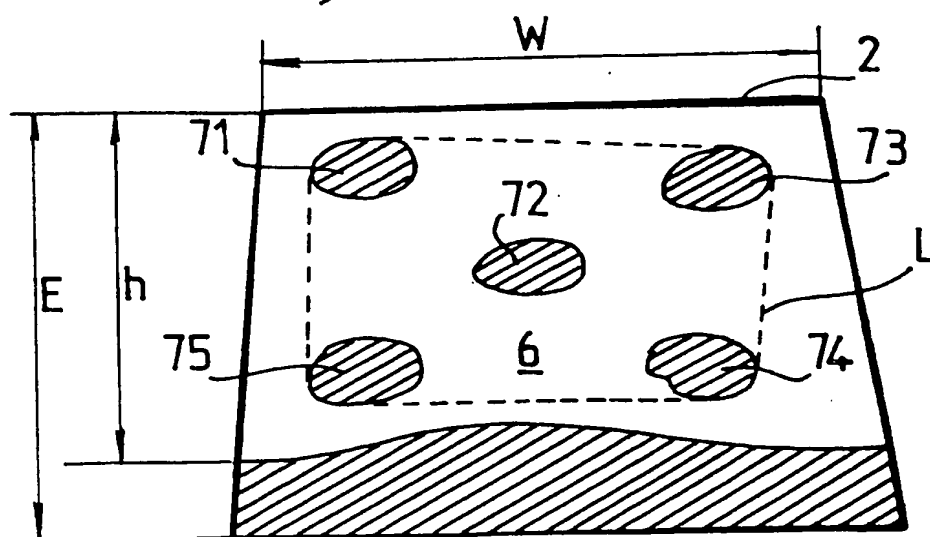
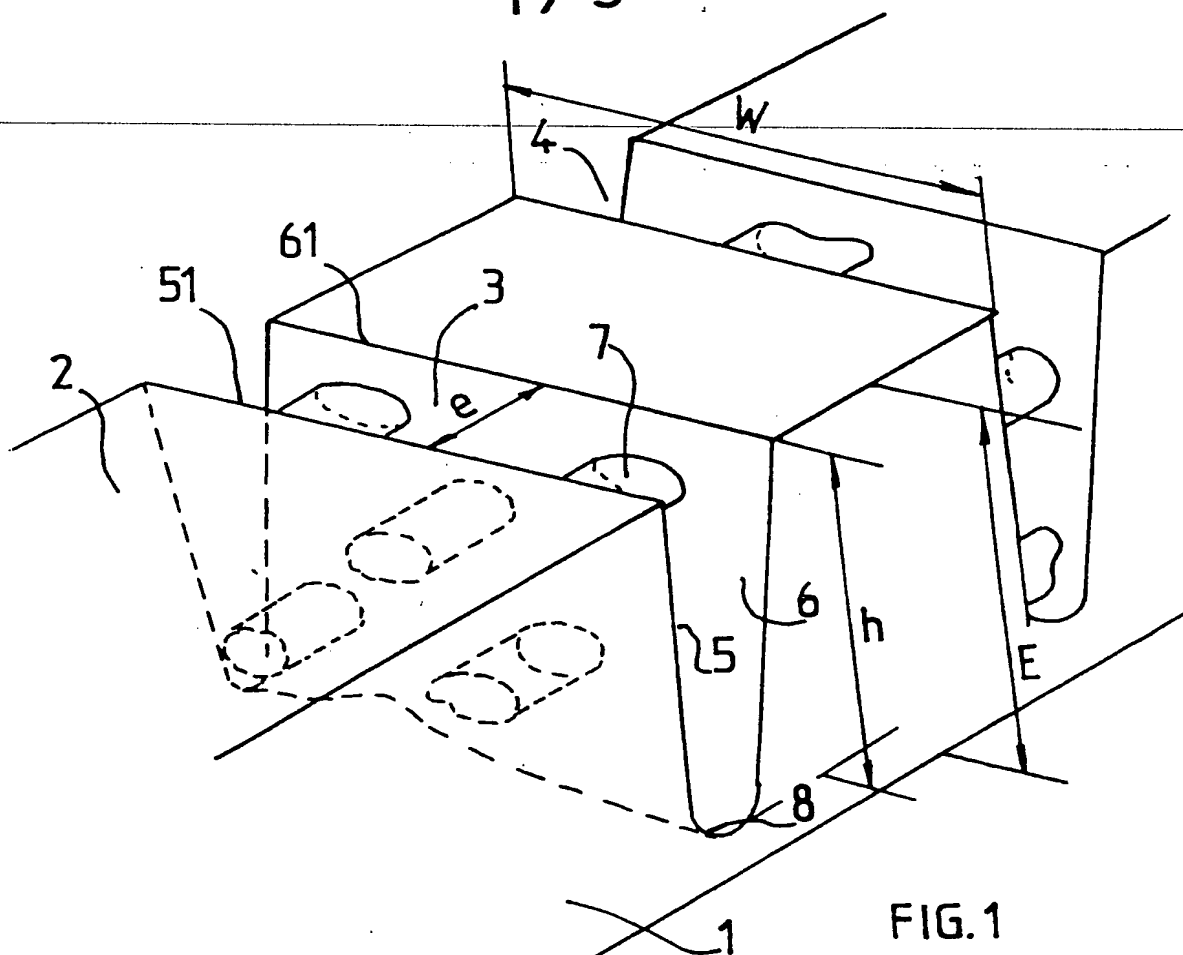
36- Procédé de fabrication d'une bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications 31 à 35 caractérisé en ce que le matériau constituant les intercalaires est préférentiellement un matériau cellulosique, comme de la pâte à papier.

37- Procédé de fabrication d'une bande de roulement pour pneumatique selon l'une quelconque des revendications **31 à 36** caractérisé en ce que les découpures pourvues d'au moins un élément de liaison ont une épaisseur d'au moins **0,4mm**.

38- Pneumatique comportant une bande de roulement définie selon l'une quelconque des revendications **1 à 30**.

39- Pneumatique selon la revendication **38** caractérisé en ce qu'il est destiné à équiper des essieux moteur de véhicules de type poids-lourd.

1 / 5



2/5

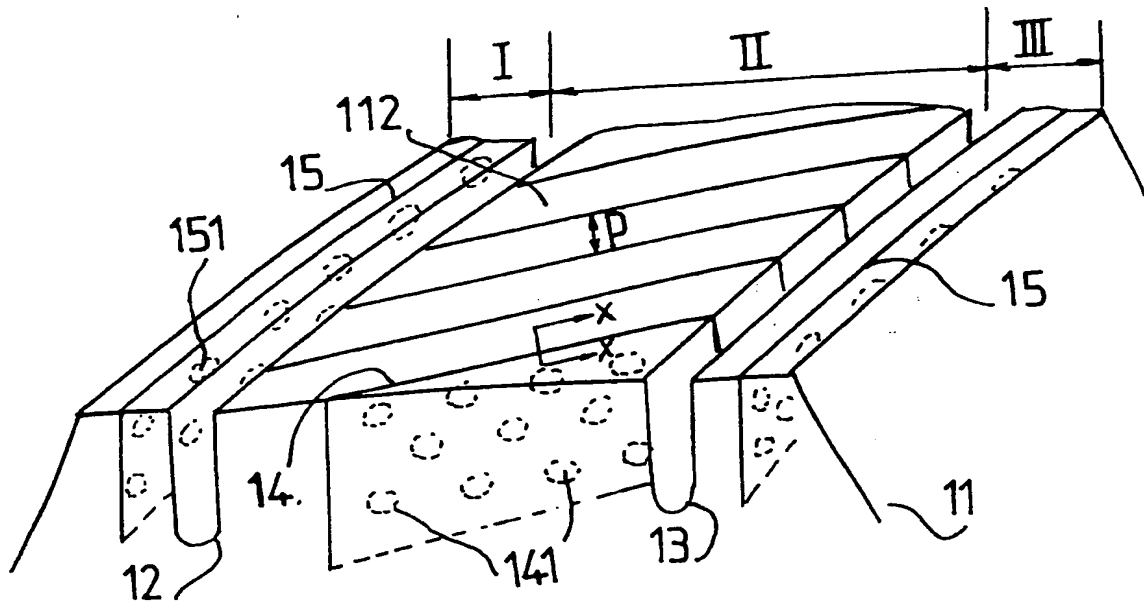


FIG. 4

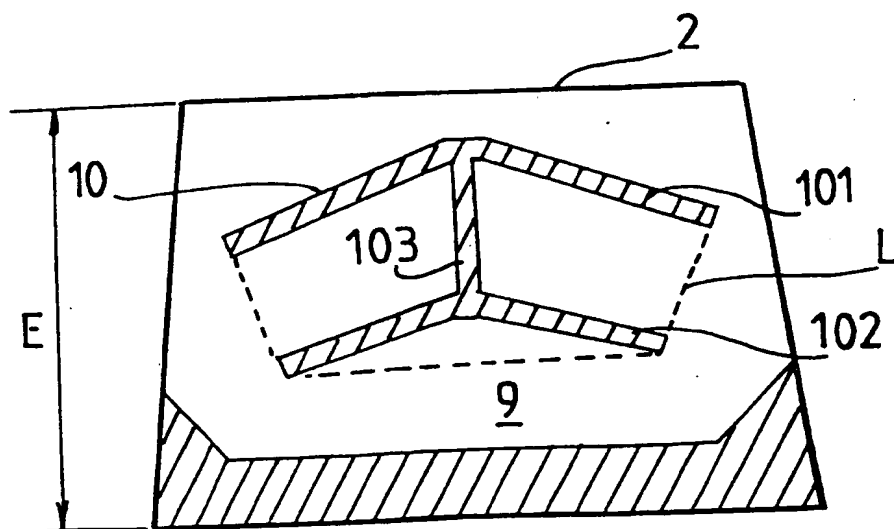
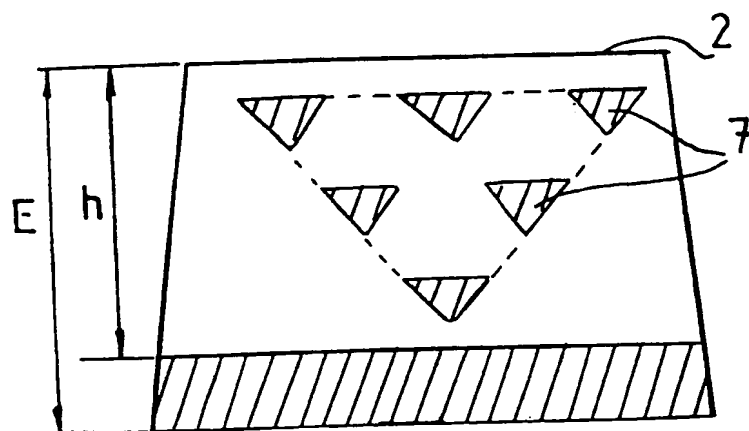
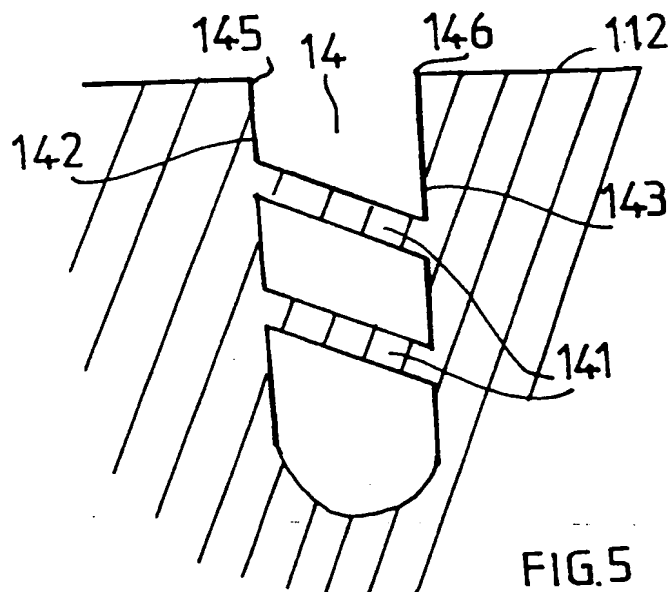


FIG. 3

3 / 5



4 / 5

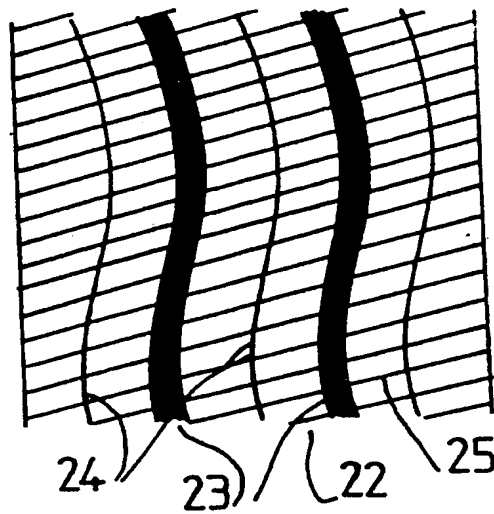
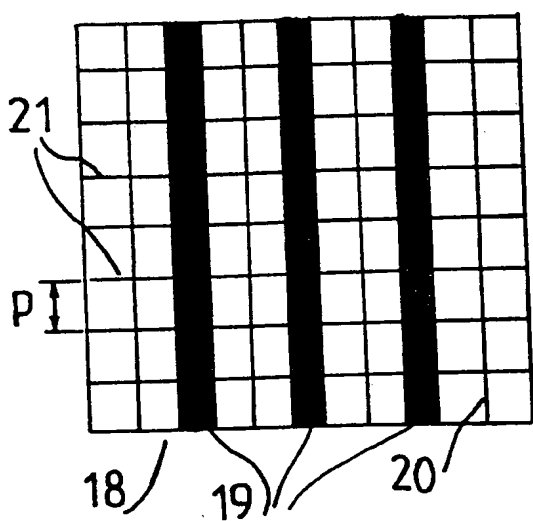
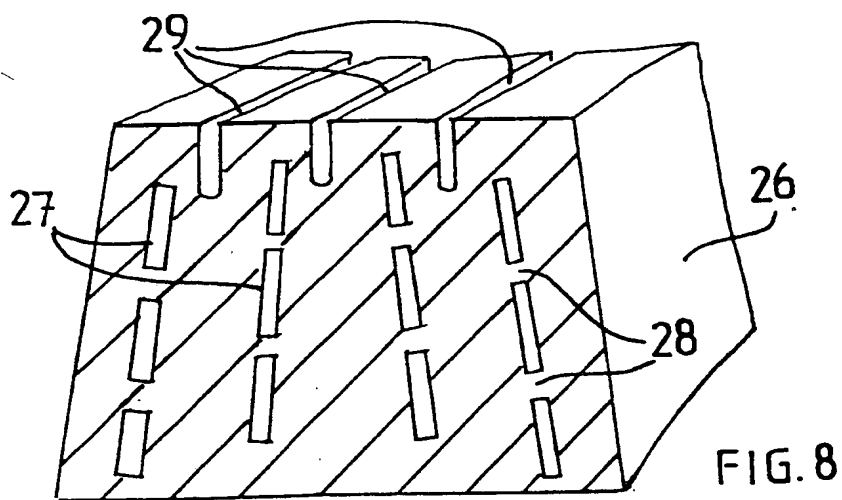
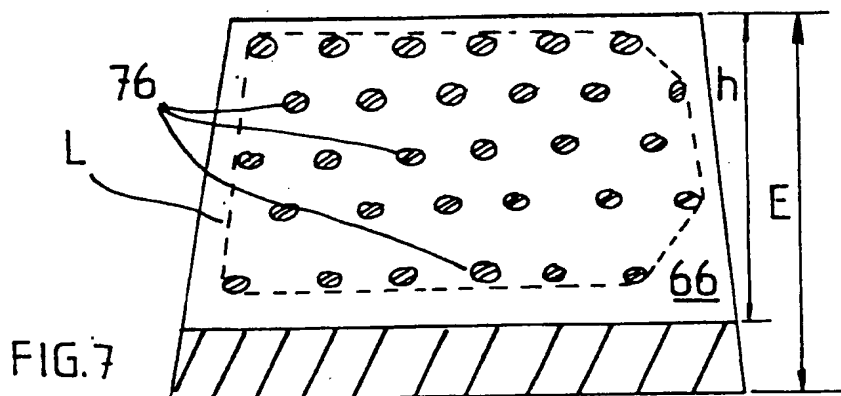


FIG. 9A

FIG. 9B

FIG. 9

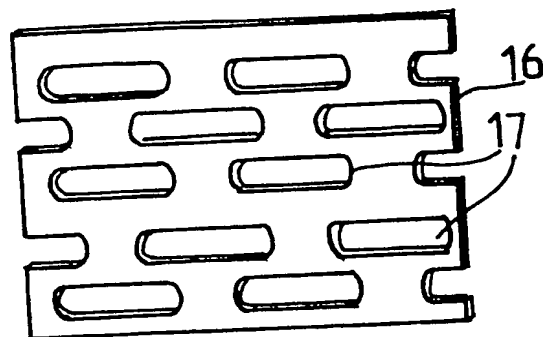


FIG. 10

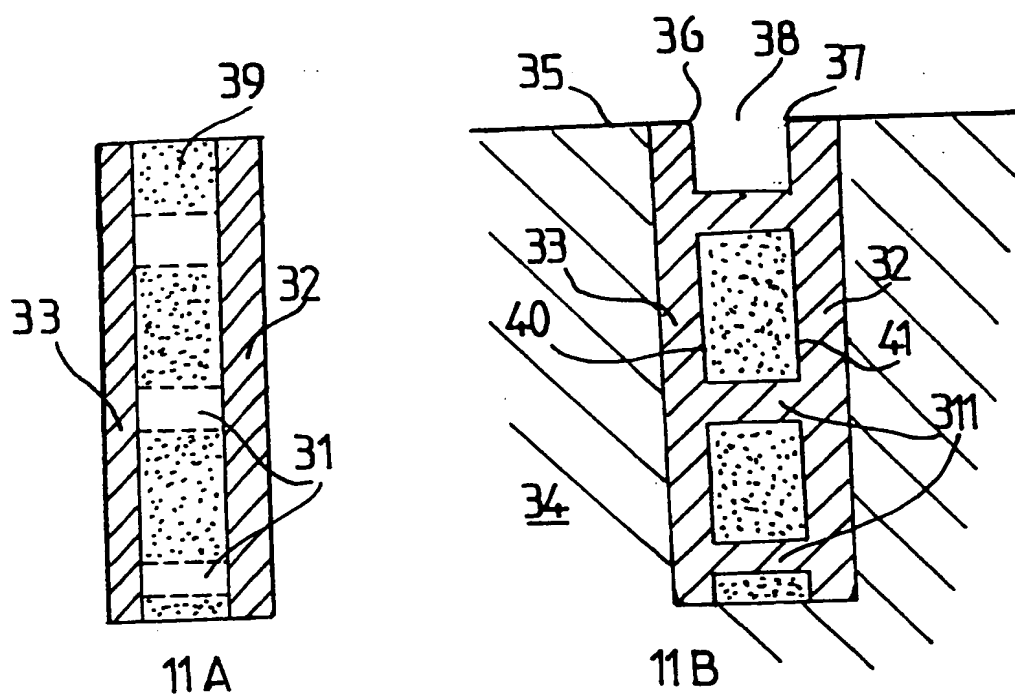


FIG. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In ternational Application No
PCT/EP 98/00625

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 B60C11/04 B60C11/00 B60C11/13 B60C11/12 B29D30/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B60C B29D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| X | EP 0 342 908 A (SUMITOMO RUBBER IND) 23 November 1989 see claims; figures | 1, 9, 12 |
| A | GB 2 061 837 A (DUNLOP LTD) 20 May 1981 see page 2, line 19 - line 65; claims; figures | 1, 15, 26 |
| A | EP 0 367 557 A (SUMITOMO RUBBER IND) 9 May 1990 see column 1; claims; figures | 9 |
| A | US 2 661 041 A (J. WALSH) 1 December 1953 see claims | 1 |
| A | DE 44 03 662 A (UNIROYAL ENGLEBERT GMBH) 10 August 1995 | 1 |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 June 1998

Date of mailing of the international search report

19/06/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Baradat, J-L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/00625

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|---|--|
| EP 0342908 A | 23-11-1989 | JP 2057407 A DE 68907269 T US 5022448 A | 27-02-1990 30-09-1993 11-06-1991 |
| GB 2061837 A | 20-05-1981 | AU 6386480 A BE 885955 A DE 3040020 A FI 803367 A FR 2468472 A JP 56075205 A LU 82895 A NL 8005961 A SE 8007570 A ZA 8006327 A | 07-05-1981 30-04-1981 14-05-1981 01-05-1981 08-05-1981 22-06-1981 04-06-1981 01-06-1981 01-05-1981 25-11-1981 |
| EP 0367557 A | 09-05-1990 | JP 2127103 A DE 68912074 D DE 68912074 T | 15-05-1990 17-02-1994 28-04-1994 |
| US 2661041 A | 01-12-1953 | NONE | |
| DE 4403662 A | 10-08-1995 | FR 2715891 A JP 7309105 A | 11-08-1995 28-11-1995 |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De de Internationale No
PCT/EP 98/00625

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 6 B60C11/04 B60C11/00 B60C11/13 B60C11/12 B29D30/06

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 B60C B29D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie * | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|-------------|---|-------------------------------|
| X | EP 0 342 908 A (SUMITOMO RUBBER IND) 23 novembre 1989 voir revendications; figures | 1, 9, 12 |
| A | GB 2 061 837 A (DUNLOP LTD) 20 mai 1981 voir page 2, ligne 19 - ligne 65; revendications; figures | 1, 15, 26 |
| A | EP 0 367 557 A (SUMITOMO RUBBER IND) 9 mai 1990 voir colonne 1; revendications; figures | 9 |
| A | US 2 661 041 A (J. WALSH) 1 décembre 1953 voir revendications | 1 |
| A | DE 44 03 662 A (UNIROYAL ENGLEBERT GMBH) 10 août 1995 | 1 |

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

11 juin 1998

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19/06/1998

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Baradat, J-L

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

D- ide Internationale No

PCT/EP 98/00625

| Document brevet cité au rapport de recherche | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|------------------------|---|--|
| EP 0342908 A | 23-11-1989 | JP 2057407 A DE 68907269 T US 5022448 A | 27-02-1990 30-09-1993 11-06-1991 |
| GB 2061837 A | 20-05-1981 | AU 6386480 A BE 885955 A DE 3040020 A FI 803367 A FR 2468472 A JP 56075205 A LU 82895 A NL 8005961 A SE 8007570 A ZA 8006327 A | 07-05-1981 30-04-1981 14-05-1981 01-05-1981 08-05-1981 22-06-1981 04-06-1981 01-06-1981 01-05-1981 25-11-1981 |
| EP 0367557 A | 09-05-1990 | JP 2127103 A DE 68912074 D DE 68912074 T | 15-05-1990 17-02-1994 28-04-1994 |
| US 2661041 A | 01-12-1953 | AUCUN | |
| DE 4403662 A | 10-08-1995 | FR 2715891 A JP 7309105 A | 11-08-1995 28-11-1995 |